



Nazwa modułu zajęć:	Fizykochemia ciała stałego				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	CIMT-1-402-s	Punkty ECTS:	5
Wydział:	Inżynierii Materiałowej i Ceramiki				
Kierunek:	Inżynieria Materiałowa	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia I stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	4
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	prof. dr hab. inż. Grzesik Zbigniew (grzesik@agh.edu.pl)				

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

W ramach modułu studenci poznają podstawy chemii defektów punktowych i dyfuzji w ciałach stałych. W szczególności, zaznajomieni są z badaniami struktury defektów i własności transportowych tlenków.

Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Student posiada wiedzę w zakresie chemii defektów: notacja, prawa zachowania, postulaty.	IMT1A_W01	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_W002	Student posiada wiedzę nt. dyfuzji własnej i wzajemnej w ciałach stałych.	IMT1A_W03	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Kolokwium, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Umiejętności: potrafi			
M_U001	Student potrafi wykorzystać wiedzę do wyznaczania charakterystyk defektów w związkach stechiometrycznych i niestechiometrycznych.	IMT1A_U02	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Kolokwium, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U002	Student potrafi wykorzystać wiedzę do rozwiązywania zadań związanych z transportem ciepła oraz zagadnień dyfuzyjno-konwekcyjnych.	IMT1A_U05	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Kolokwium, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Kompetencje społeczne: jest gotów do			

M_K001	Student rozumie potrzebę kształcenia, wyszukiwania informacji w literaturze oraz krytycznej interpretacji eksperymentów. Student jest zaangażowany w pracę zespołową podczas zajęć laboratoryjnych.	IMT1A_K01	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Sprawozdanie, Zaangażowanie w pracę zespołu
--------	---	-----------	--

Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
75	30	0	15	0	0	30	0	0	0	0	0

Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Student posiada wiedzę w zakresie chemii defektów: notacja, prawa zachowania, postulaty.	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
M_W002	Student posiada wiedzę nt. dyfuzji własnej i wzajemnej w ciałach stałych.	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Student potrafi wykorzystać wiedzę do wyznaczania charakterystyk defektów w związkach stechiometrycznych i niestechiometrycznych.	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
M_U002	Student potrafi wykorzystać wiedzę do rozwiązywania zadań związanych z transportem ciepła oraz zagadnień dyfuzyjno-konwekcyjnych.	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												

M_K001	Student rozumie potrzebę doksztalcania, wyszukiwania informacji w literaturze oraz krytycznej interpretacji eksperymentów. Student jest zaangażowany w pracę zespołową podczas zajęć laboratoryjnych.	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	75 godz
Przygotowanie do zajęć	32 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	10 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	31 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	150 godz
Punkty ECTS za moduł	5 ECTS

Pozostałe informacje

Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

1. Ewolucja fizykochemii ciała stałego: Einstein, Frenkel, Wagner, Schottky, Darken.
2. Termodynamika ciała stałego: równania Gibbsa, Gibbsa-Duhema i stanu, ciśnienie dysocjacyjne, diagramy fazowe.
3. Chemia defektów punktowych: postulaty i prawa zachowania, notacja Krögera-Vinka, defekty samoistne i domieszki, tlenki o złożonej strukturze defektów.
4. Przykłady zastosowań: efekt fotochromowy, elektronika, SOFC i sensory.
5. Mechanizmy dyfuzji, dyfuzja samoistna, prawa Ficka, strumień Nernsta-Plancka, relacja Nernsta-Einsteina.
6. Równanie dyfuzji, a prawo zachowania masy, drogi szybkiej dyfuzji, nanomateriały.
7. Dyfuzja wzajemna w roztworach stałych, efekt Kirkendalla, metoda Darkena i metody dla układów wieloskładnikowych, przykłady.
8. Reaktywność ciał stałych, modele reakcji heterogenicznych, parowanie, zastosowania.
9. Elektrochemia ciała stałego, problem Nernsta-Plancka-Poissona, sensory i inne zastosowania.
10. Mechano-chemia, prawa zachowania, równania ciągłości objętości i fale w ciele stałym.
11. Reakcje chemiczne w wielofazowych układach wieloskładnikowych.
12. Zachowanie energii, elektro-mechano-chemia i fale w ciele stałym.
13. Kompleksy defektów, procesy kolektywne i fale stojące.

14. Zagadnienie stabilności, nanocząstki i nanosfery.
15. Nanomateriały i ich zastosowania, przykłady nierozwiązanych problemów.

Ćwiczenia laboratoryjne

1. Diagramy Brouwera (wpływ ciśnienia parcjalnego utleniacza na aktywności defektów w kryształach niestechiometrycznym).
2. Efekt elektrochromowy (domieszkowanie, przejście izolator-metal).
3. Efekt Kirkendalla (metoda Darkena zastosowana do roztworów dwu i wieloskładnikowych).
4. Przewodzenie ciepła (dyfuzja jednoskładnikowa dla różnych warunków brzegowych).
5. Spektroskopia impedancyjna, opis układów przy pomocy obwodów zastępczych.

Zajęcia seminaryjne

1. Diagramy Richardsona-Ellinghama i obliczanie ciśnień rozkładowych.
2. Defekty punktowe, wybrane równowagi defektowe w tlenkach i siarczkach.
3. Wpływ domieszek na równowagi defektowe i wpływ defektów i domieszek na właściwości ciał stałych.
4. Dyfuzja własna, opis podstawowy.
5. Dyfuzja wzajemna, metoda Darkena.
6. Elektrodyfuzja, rozwiązania w stanie stacjonarnym.

Metody i techniki kształcenia:

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Ćwiczenia laboratoryjne: W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci samodzielnie rozwiązują zadany problem praktyczny, dobierając odpowiednie narzędzia. Prowadzący stymuluje grupę do refleksji nad problemem, tak by otrzymane wyniki miały wysoką wartość merytoryczną.

Zajęcia seminaryjne: Na zajęciach seminaryjnych podstawą jest prezentacja multimedialna oraz ustna prowadzona przez studentów. Kolejnym ważnym elementem kształcenia są odpowiedzi na powstałe pytania, a także dyskusja studentów nad prezentowanymi treściami.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:

Seminarium jest zaliczone w przypadku uzyskania pozytywnej oceny końcowej (3,0 lub wyższej). Na ocenę tę (S) składa się ocena z kartkówki i ocena z kolokwiów: $S = 0.45 \cdot K1$ (średnia ocena z kartkówki) + $0.55 \cdot K2$ (średnia ocena z kolokwiów). Zaliczenie seminarium w terminie poprawkowym można uzyskać pisząc kolokwium z niezaliczonego wcześniej materiału. Laboratorium jest zaliczone jeśli student wykona wszystkie ćwiczenia, dostarczy poprawnie sporządzone sprawozdania z wszystkich ćwiczeń i uzyska pozytywną ocenę ze sprawdzianu końcowego. Zaliczenie laboratorium w terminie poprawkowym możliwe jest po uzupełnieniu braków i uzyskaniu pozytywnej oceny ze sprawdzianu poprawkowego. Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest uzyskanie pozytywnej oceny z seminarium i laboratorium.

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia laboratoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

Zajęcia seminaryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci prezentują na forum grupy temat wskazany przez prowadzącego oraz uczestniczą w dyskusji nad tym tematem. Ocenie podlega zarówno wartość merytoryczna prezentacji, jak i tzw. kompetencje miękkie.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena z egzaminu: E; ocena z seminariów: $S=0.45 \cdot K1(\text{średnia ocena z kartkówek}) + 0.55 \cdot K2(\text{średnia ocena z kolokwiów})$; ocena z laboratoriów: L. Ocena końcowa: $OK=0.4 \cdot (E/S) + 0.2 \cdot L$.

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:

W przypadku nieobecności studenta podczas kolokwium na seminarium jest on zobowiązany do jego zaliczenia w terminie podanym przez prowadzącego. W przypadku nieobecności studenta na zajęciach laboratoryjnych, jest on zobowiązany do odrobienia zajęć w terminie ustalonym z prowadzącym.

Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów

Opanowany materiał z matematyki i chemii na poziomie I roku studiów. Obsługa komputera w stopniu podstawowym.

Zalecana literatura i pomoce naukowe

1. S. Mrowec, Teoria Dyfuzji w Stanie Stałym, (PWN, Warszawa 1989).
2. H. Schmalzried, Reakcje w stanie stałym (PWN, Warszawa 1978) lub późniejsze w j. angielskim.

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

- 1.Z. Jurasz, K. Adamaszek, R. Janik, Z. Grzesik, S. Mrowec, „Doping effect in nickel oxide”, Defect and Diffusion Forum, 289-292, 775-782 (2009).
- 2.Z. Grzesik, „Defect structure and transport properties of nonstoichiometric metal sulphides”, Polish Journal of Chemistry, 83, 1423-1436 (2009).
- 3.Z. Grzesik, Termodynamika i kinetyka defektów w kryształach jonowych, Wydawnictwo Naukowe AKAPIT, Kraków, 2011.
- 4.A. Kaczmarek, Z. Grzesik, S. Mrowec, „On the defect structure and transport properties of Co₃O₄ cobalt oxide”, High Temperature Materials and Processes, 31, 371-379 (2012).
- 5.A. Poczekajło, Z. Grzesik, S. Mrowec, „Defect structure of NiS₂ disulphide” High Temperature Materials and Processes, 33, 245-251 (2014).
- 6.Z. Grzesik, „Theory of doping in studies of defect concentration and transport properties of transition metal oxides and sulphides”, High Temperature Materials and Processes, 34, 461-468 (2015).
- 7.Z. Grzesik, A. Poczekajło, G. Smoła, S. Mrowec, „Marker method in studying the defect structure in products of the oxidation of highly disordered substrates”, High Temperature Materials and Processes, 35, 21-28 (2016).
- 8.Z. Grzesik, „Theory of doping in indirect determination of concentration and mobility of native point defects in metal oxides”, Chiang Mai J. Sci. 43(2), 365-374 (2016).
- 9.Z. Grzesik, A. Kaczmarek, „Defect structure of Co₃O₄ cobalt oxide”, Ann. Chim. Sci. Mat. 40 (1-2), 103-109 (2016).
- 10.M. Żyła, G. Smoła, A. Knapik, J. Rysz, M. Sitarz, Z. Grzesik, „The formation of the Co₃O₄ cobalt oxide within CoO substrate”, Corrosion Science, 112, 536-541 (2016).

Informacje dodatkowe

Brak